

钒钛铸铁金相图谱

FANTAI

ZHUTIEJINXIANG

TUPU

钟训信 著

四川人民出版社

钒钛铸铁金相图谱

钟 训 信 著

四川人民出版社

一九八一年·成都

封面设计：吴向鸣

钒钛铸铁金相图谱

钟训信

四川人民出版社出版

(成都盐道街三号)

四川省新华书店发行

渡口新华印刷厂印刷

开本 787×1092 毫米 1/32 印张 3.25 字数 69 千

1981 年 11 月第 1 版 1981 年 11 月第 1 次印刷

印数：1—1,440 册

书号：15118·56

定价：1.10 元

前 言

在金相检验中，我们感到亟需一本这样的图谱：它应包括各种可能出现的组织，从中不仅可看到各组织组成物的形态，了解各组织组成物的鉴别，而且对该组织产生的过程也有扼要的分析。这不仅对从事金相检验工作时间不长的同志有很大的助益，就是对有经验的检验和研究人員也是有用的参考。可惜已有的图谱从内容和方式上都不能完全满足这些要求。现实的需要促使我们在这方面进行一次尝试，于是编辑了这本《钒钛铸铁金相图谱》。

攀枝花地区出产的是含钒、钛的磁铁矿，用这种矿石炼出的生铁自然也含有钒、钛元素（攀钢钒钛生铁含 $V0.335-0.456\%$ ， $Ti0.142-0.30\%$ ）。用钒钛生铁生产的各种铸铁具有比普通铸铁更好的综合性能。钒钛铸铁在金相组织上除了夹杂物别具特色外，其它组织组成物则和普通铸铁的一样，种类、形态并无差异，只是数量上可能有所不同（视 V 、 Ti 量和 Si 等其它元素的量而定）。所以，钒钛铸铁金相图谱所提供的情况，不仅适用于钒钛铸铁，同样也适用于普通铸铁甚至特殊铸铁。

本图谱先就各类铸铁中都可能出现的组织组成物莱氏体、磷共晶、夹杂物进行论述和介绍，然后再就各类铸铁——钒钛灰口铸铁、钒钛球墨铸铁、钒钛可锻铸铁、含钒钛合金铸铁分别进行分析。全书共分七章，每章均先有系统而详尽的论述，随之以图片和文字来列举说明钒钛铸铁在正常情况和特殊情况下可能出现的组织，着重阐明各组织组成物

的形态、鉴别和判断的方法，以及产生的条件，希望有助于读者提高识别组织和结合实际情况分析组织产生原因的能力。

金相图谱并非金相标准，所以本图谱不涉及组织组成物量的变化，以及组织和性能之间量的关系。

由于试样来自各个方面：有在研究工作中专门研制的；有在检验工作中逐步积累的；也有在各工厂中广为搜集的，虽然不少试样的确切成份和处理工艺已无从查考，但这并不妨碍对组织的辨认和分析。

本图谱的编制虽基于上述愿望和设想，仍不免力不从心，难臻完善，有待于今后进一步的修改和完善。

本图谱所用试样的挑选，图片的拍摄，及文字的论述和说明，均由作者完成。

参加试样制备，底片冲洗，照片洗印等工作的除作者外，尚有渡口市农机厂曹恽、渡口市养路总段靳小平和攀枝花钢铁研究院赵玉明、董成瑞等同志。

作者 一九八一年十月

序

我国钒钛铁矿资源丰富，已广为开发、利用。含有钒、钛元素，具有优良综合性能的钢、铁，已广泛运用于机械、交通、建筑等行业，深受用户欢迎。为了更好地、正确地加工使用钒钛铸铁，攀枝花钢铁研究院金相组在钟训信同志主持下，根据科研生产实践，结合日常检验，于一九七五年编写出《钒钛铸铁金相图册》，曾油印分送一些工厂和高等院校交流，颇获好评，并建议在此基础上修改补充，出版发行。一九八〇年六月，由四川人民出版社，渡口市科委和攀枝花钢铁研究院联合邀请有关院校、科研、设计单位和工厂的教授、专家对本稿进行审议。参加审稿的有：成都科技大学、西南交通大学、四川省机械研究设计院、红旗柴油机厂、成都机床厂、宁江机床厂、第二重机厂、攀钢钢研所、渡口煤炭机修厂、渡口市农机厂等十个单位。经过审议，认为该图谱有自己的特色。在内容的安排、图片的选择和文字的说明、分析上有独到之处。该图谱的出版，将予读者对钒钛铸铁金相组织的辨认和分析组织产生的原因以很大的裨益。

本图谱适于从事铸造和金相检验研究人员以及有关院校师生参考。不当之处，望读者批评指正。

渡口市科技情报研究所

一九八一年一月

目 录

一、钒钛铸铁中的莱氏体	1
二、钒钛铸铁中的磷共晶	18
三、钒钛铸铁中常见的夹杂物	27
四、钒钛灰口铸铁	35
A. 钒钛灰口铸铁的组织	37
B. 钒钛元素对灰口铁组织的影响	46
五、钒钛球墨铸铁	51
A. 钒钛球墨铸铁的组织	52
1. 铸态组织	52
2. 热处理后的组织	59
B. 钒对球墨铸铁组织的影响	76
六、钒钛可锻铸铁	79
七、含钒钛合金铸铁	86
参考文献	96

一、钒钛铸铁中的莱氏体

钒钛铸铁和普通铸铁一样，由于成分和冷却速度的影响，组织中可能出现莱氏体。从形态、特征来看，钒钛铸铁中的莱氏体和普通铸铁的并无什么不同。

莱氏体是铁基合金中共晶体的名称。在刚凝固时，它是奥氏体和碳化物的两相混合物。从显微组织上看，在铸铁的莱氏体中，奥氏体一般呈圆粒状(图1，图5)，或粒、条状(图2，图3)，或椭圆条状(图4)，或其它形状(图6，)，分布于渗碳体基体内，这些都是莱氏体组织的典型特征。

在莱氏体的随后冷却过程中，奥氏体要析出二次渗碳体(析出到紧挨着的周围莱氏体中的渗碳体上，如冷却快，则不析出)，剩下的奥氏体接着发生珠光体转变。室温时，显微镜下观察到的已经不是分布于渗碳体基体内的奥氏体，而是珠光体了。珠光体的外形自然承袭了刚凝固时共晶体中奥氏体的外形。虽然奥氏体发生了变化，但整个莱氏体的形态并不因此而改变。所以，室温下看到的图1——图6的情况，也就是刚凝固时莱氏体的情况。由于形态一致，所以把室温下看到的珠光体分布于渗碳体基体内的组织仍然叫做莱氏体(有些书称为变态莱氏体)。

莱氏体中珠光体(即高温时的奥氏体)的颗粒，经磨光、浸蚀后，在显微镜下观察，有黑的和亮的(图中都可看到)，这取决于珠光体颗粒在空间的取向和它与磨光面切割的情况。如铁素体和渗碳体片层相间的珠光体颗粒是这样被磨光

面所切割,在截面内出现很多 α 和 Fe_3C 的相界面,由于相界面容易被浸蚀,所以浸蚀后颗粒的截面就显得暗黑;如果磨光面的切割只是通过珠光体的 α 层或 Fe_3C 层,则浸蚀后珠光体颗粒就是亮的了。

除上述典型的莱氏体组织外,图 7,图 8,图 9,图 10 等,也都是莱氏体。

图 5 中的亮条是渗碳体,但不是过共晶白口铁中先共晶析出的初生渗碳体(过共晶白口铁的组织如图 16 所示),它是共晶中的渗碳体,是相邻的共晶集团交界的地方。

图 8,图 9,图 10 也不是过共晶白口铁组织。而是莱氏体组织,也就是共晶组织。在球墨铸铁件中心反白口处,莱氏体就往往呈现这种情况。

图 11 中有两三处可看到典型的莱氏体组织〔渗碳体基体中分布有颗粒状奥氏体(现在是珠光体)〕,但多数地方只看到亮的条或块,连续或不连续的网,这是共晶转变的产物,一般书和图册称它为条块状渗碳体,这也是莱氏体。这种共晶体和一般典型的莱氏体不同,只能见到它的一个相,即渗碳体,而另一个相——奥氏体在凝固时并不在液体中另外形核、长大,而是析出到邻近的先共晶析出的树枝状初生奥氏体上。象这种凝固后只能看到其中一个相的共晶体叫“离异共晶”(DIVORCED EUTECTIC)。条、块状渗碳体(如图 86,图 97)就是这种离异共晶。图 11、12、13、14 中的亮网也是离异共晶而不是二次渗碳体。

离异共晶常出现在初生奥氏体量很多、莱氏体量很少的情况。从组织图上看,往往是奥氏体与奥氏体之间比较狭窄的区域。如果是宽广的区域,则往往是典型的莱氏体组织。但有时宽广的区域并看不到典型的莱氏体组织,而狭窄的区

域还可能出现典型组织，这种情况与铸件凝固时的冷却速度有关：冷速慢，有利于离异共晶的形成；冷速快，则奥氏体不仅析出在邻近的初生奥氏体上，同时也会在液体中独立形核、长大，有利于典型组织的出现。

典型的莱氏体，一看便知，但离异共晶（只是共晶中的渗碳体）却需经过一番观察和考虑方能确定。

是莱氏体（离异共晶）还是网状二次渗碳体（两者用硝酸酒精浸蚀后都是亮的）？在显微镜下观察时，可移动样品，多看一些视场，看是否有典型的莱氏体和这种网相连；另外可结合处理工艺或组织情况加以判断，如图 12，这是球铁淬火后的组织，在快冷得到马氏体的情况下，二次渗碳体（亮网）是不可能析出的，而且这里看到的亮网与典型的、大块的莱氏体相连。从马氏体针叶的极其粗大，从亮网所勾画出的奥氏体晶粒的极其粗大，可以判断出这是由于加热温度过高以致过烧——一些石墨周围发生熔化（由于碳大量溶入周围的奥氏体，使之达共晶成份而熔化为液体，冷却时形成大块的莱氏体），而离它稍远的奥氏体则由于碳优先沿晶界扩散，使晶界处含碳量增高、熔点降低而熔化为液体，冷却时则凝固为莱氏体（离异共晶），因此室温下浸蚀后观察呈亮网状。这种亮网不是冷却时从奥氏体析出的二次渗碳体，而是晶界已达共晶成份，呈液体状态，冷却时从液体结晶出的离异共晶（共晶中的渗碳体相）。从形态上看，二次渗碳体的亮网细而均匀（图 76），而莱氏体（离异共晶）则比较粗，并且粗细不均（图 13）。

是莱氏体（离异共晶）还是铁素体（用硝酸酒精浸蚀后都是亮的）？一般从以下几方面观察即可作出判断：

1. 从形状上看，莱氏体（离异共晶）因为是共晶，是最后凝固的地方，因此具有一切共晶组织所共有的特点——具

有尖角的区域，而铁素体则不是这样；

2. 在灰口铁或球墨铸铁，铁素体往往紧挨着石墨，而莱氏体则远离石墨；

3. 莱氏体（离异共晶）因硬度高，磨制后洁净明亮，而铁素体较软，相形之下总显得不够干净；

4. 亮的铁素体中可看到铁素体的晶界，即亮的铁素体区域是由多个铁素体晶粒所构成，而亮的莱氏体（离异共晶）中则看不到渗碳体的晶界；

5. 移动样品，多观察一些视场，看是否有典型的莱氏体组织出现，也有助于作出判断。

除上述各点外，还有其它方法，如测试显微硬度，用碱性苦味酸钠溶液沸煮或电解浸蚀等，但一般可以不采用。

（本图谱照片，除特殊注明者外，其试样都是用3%硝酸酒精浸蚀）

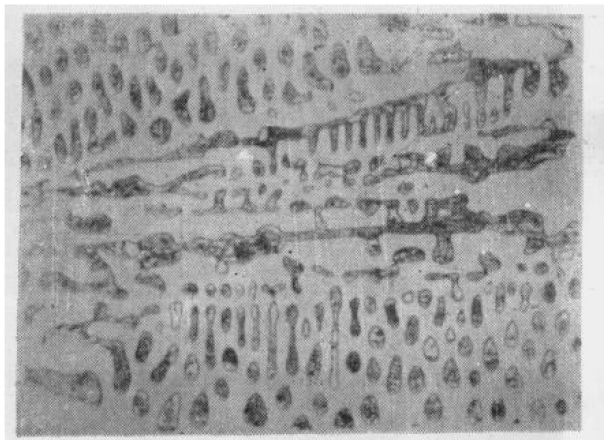


图1 莱氏体 400×

（在渗碳体基体上分布着奥氏体颗粒）

其中奥氏体（现在是珠光体，下同）主要呈颗粒状，在

相邻共晶集团的交界处则成长条且较粗大。可以看到，因珠光体集团（一个奥氏体晶粒可能有一个或多个集团）在空间的取向不同，磨光面所截，如相界很多，则整个集团变暗；如所截正好通过其中的一相，则整个集团将是亮的；如所截相界较少，则整个集团可辨别出可数的黑色的线条（相界）。

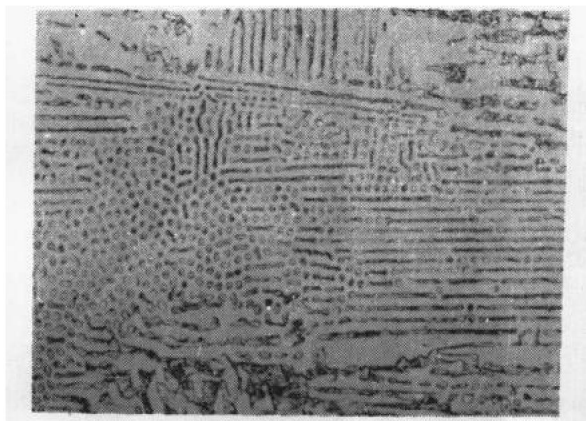


图2 莱氏体114×

中间的区域(共晶集团)，其中奥氏体呈粒、条状。

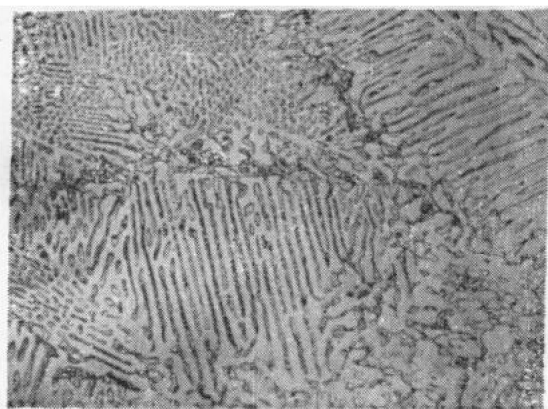


图3 莱氏体100×

有两个区域(共晶集团),其中奥氏体呈粒、条状,条较长。

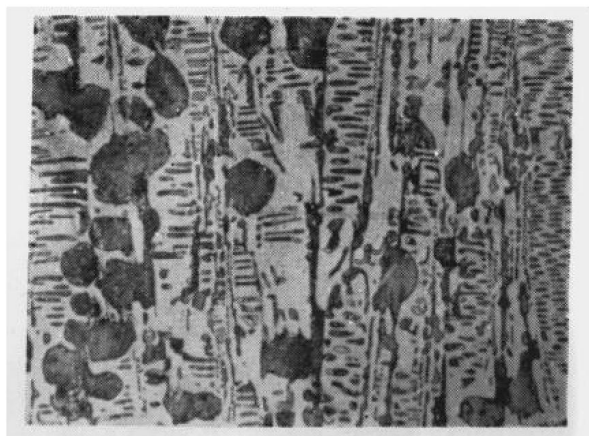


图4 亚共晶白口铁114×

织为粗大的初生奥氏体(已变为珠光体,呈暗黑色) + 莱氏体(亮的基体上分布着较小颗粒的奥氏体的区域)。

莱氏体中奥氏体呈椭圆条状。

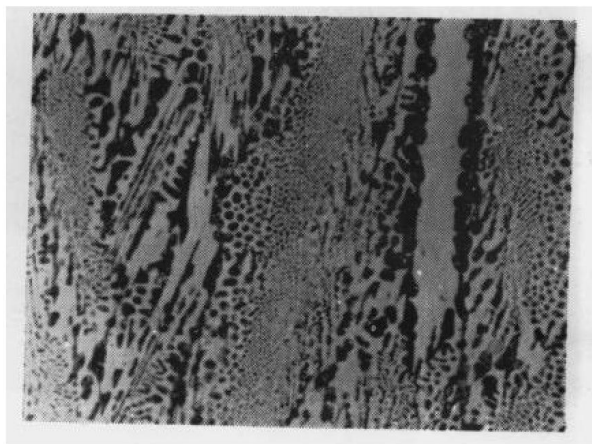


图5 莱氏体114×

这是共晶组织(莱氏体)。图中亮条并非过共晶的初生渗碳体，而是共晶中的渗碳体，是相邻几个共晶集团交接的地方。从亮条边缘的情况可以看出，当奥氏体往里长到一定程度，里面的液体才凝固成 Fe_3C ，这和图 16 的情况截然不同。

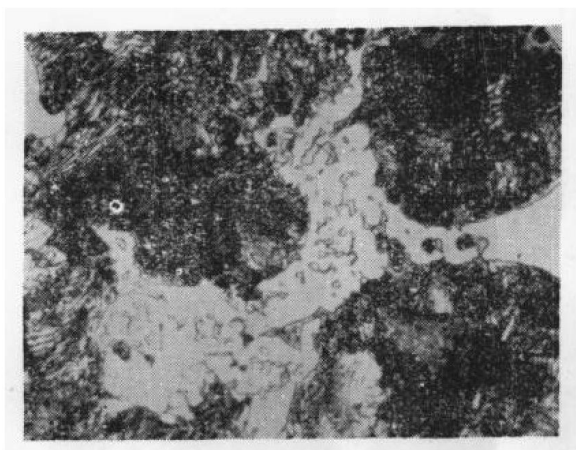


图6 400×

粗大的初生奥氏体(已变为
珠光体)+莱氏体(较亮的区域)

莱氏体有一部分表现为离异共晶(其中无奥氏体的完全亮的区域),即只看到共晶中的渗碳体;有一部分其中的奥氏体呈带角的不规则形状,与上面几种形态不同。

图 8 是接近共晶成份的亚共晶白口铁组织,而不是过共晶白口铁组织。亮条不是初生渗碳体,而是共晶中的渗碳体,是相邻共晶集团交界的地方。

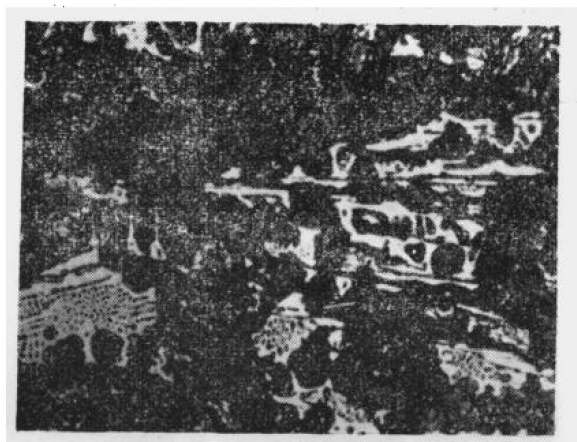


图7 114×

莱氏体

(大块的亮的或亮中有黑点的区域)

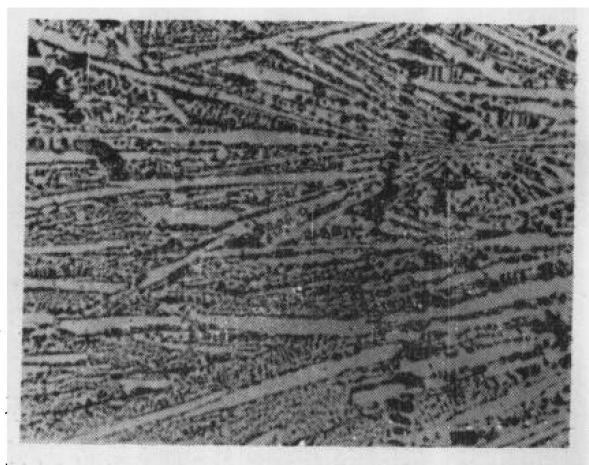


图8 114×

莱氏体+少量呈暗黑色的树枝状初生奥氏体。

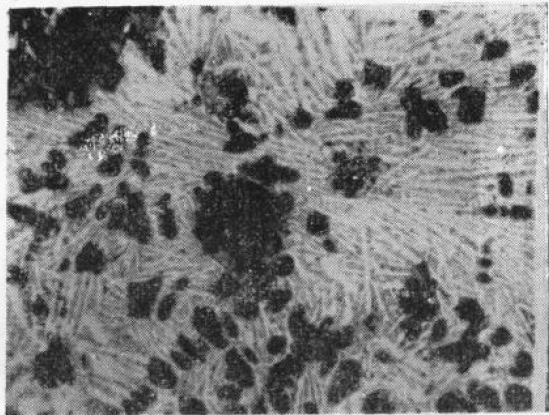


图9 114×

莱氏体+树枝状初生奥氏体

和上图相比，由于铸铁含碳较低，因而初生奥氏体量较多。

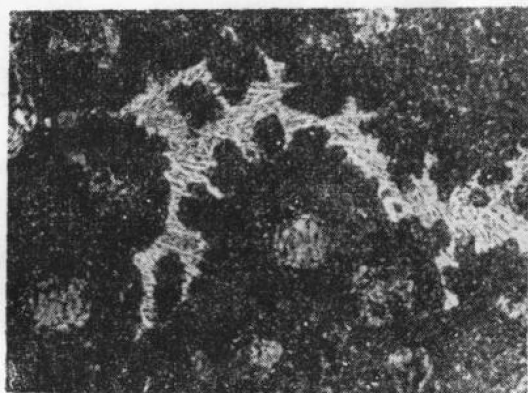


图10 114×

莱氏体

(较亮的呈网络状的区域是莱氏体)

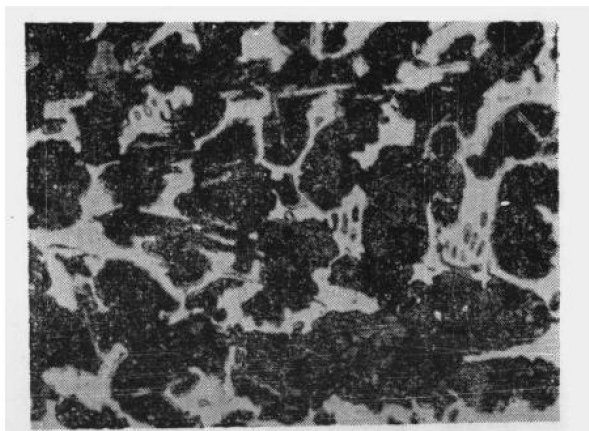


图11 114×

树枝状初生奥氏体（暗黑部分）+莱氏体（较亮的区域）。

有典型的莱氏体，也有离异共晶。

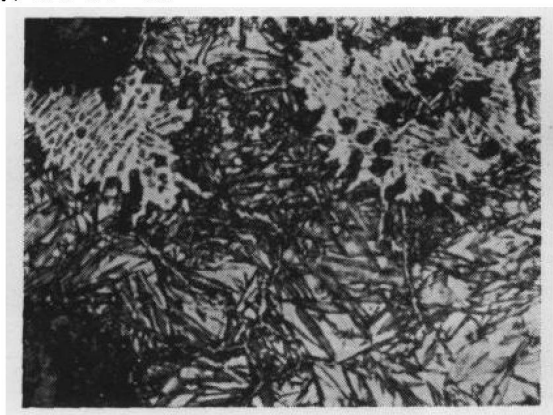


图12 400×

莱氏体

〔典型的莱氏体和离异共晶(亮网)〕